

공기흡입식 추진기관 용접 공정 개발

강인식* · 양해진** · 조성원* · 한풍규*

Welding Process Development of the Air-breathing Propulsion System

Inshik Kang* · Haejin Yang** · Sungwon Cho* · Poonggyoo Han*

ABSTRACT

In this paper, the sandwich panel structure and welding of titanium alloy applied to the air-breathing propulsion system are dealt. The welding machine with a jig&fixture is also dealt and technical trends on the process development are described.

초 록

본 논문은 공기흡입식 추진기관 제작시 적용 가능한, 샌드위치 패널 구조와 티타늄 합금의 용접 공정 개발 내용을 다루고 있다. 용접 공정에 적용되는 장비 및 치구에 대한 내용도 함께 다루었으며, 공정 개발에 요구되는 기술동향 조사 내용도 서술하였다.

Key Words: Air-breathing propulsion system(공기흡입식 추진기관), Sandwich panel(샌드위치 패널), Titanium alloy(티타늄 합금), Spot welding(점용접)

1. 서 론

유도무기에 적용되는 공기흡입식 추진기관의 개발에 있어서 중요한 개념은 경량화이며, 경량화를 위한 형상 설계 및 무게비 강도가 우수한 소재의 선정이 매우 중요하다.

본 논문에서는 경량화 설계 과정에서 도출된 샌드위치 패널 구조와 경량화 소재로서 사용가능한 티타늄 합금에 대한 용접 공정 개발 내용을 다루기로 하며, 용접공정에 적용되는 장비와 치구, 기술동향 조사 내용을 간략히 서술하였다.

2. 본 론

2.1 샌드위치 패널 구조 용접 공정

경량화를 목적으로 유도무기용 공기흡입식 추진기관 외피에는 Fig. 1과 같이 박판 소재를 코어(Core)로 한 3층의 샌드위치 패널 구조가 적용 가능하다. 샌드위치 패널 구조는 두께 $2t$ 미만의

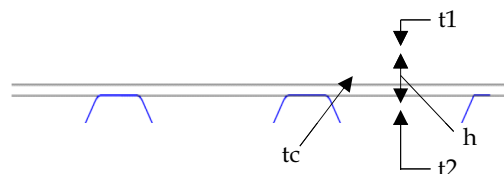


Fig. 1 Sandwich panel structure

* 현대로템주식회사 선행연구팀

** 현대로템주식회사 중기생산기술팀

연락처, E-mail: is kang@hyundai-rottem.co.kr

소재가 사용되고 있으며, 티그(Tig), 플라즈마(Plasma), 스폿용접(Spot welding), 레이저(Laser), 전자빔용접(Electron-beam welding) 등이 박판용접에 적용 가능할 것으로 판단되고 있다. 특히, 이 중에서 생산성 및 경제성을 고려하여, 티그(Tig), 플라즈마(Plasma), 스폿용접(Spot welding)이 우선적으로 고려되고 있으며, 내압 및 기밀이 요구되는 부위는 티그(Tig), 플라즈마(Plasma) 용접을 사용한 완전 용입을 적용하고, 높은 강도 유지가 필요 없는 영역에는 스폿용접(Spot welding)을 적용하고 있다.

Fig. 1의 샌드위치 패널에는 외피-코어-내피의 3중 구조에 대해 수천~수만 회의 스폿용접이 요구됨에 따라, 자동화된 전용 스폿(Spot)용접기가 개발 중에 있다. 전용 용접기를 활용함으로써, 적응제어형(IQR) 타이머를 사용하여 Fig. 2와 같이 실시간으로 전극부로부터 최단지역에서 전압을 측정, 용접부 저항에 맞는 최적의 전류를 실시간으로 제어하고 너겟(Nugget) 크기 오차 감소, 실시간 모니터링, 스패터(Spatter) 감소로 인한 용접부의 품질향상을 기대할 수 있게 되었다.

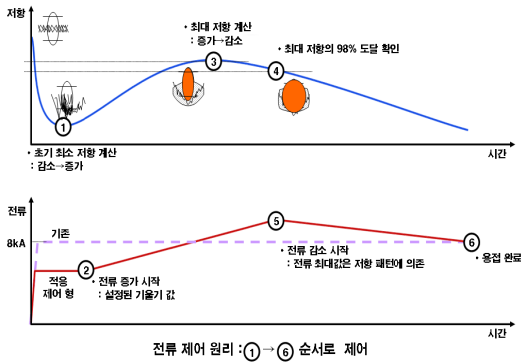


Fig. 2 Current versus Time Control

2.2. 티타늄 합금 용접

티타늄합금은 고온 환경하에서 급격한 산화 문제로 인해 완전 가스 차폐(shielding) 상태나 진공 상태에서의 용접이 필수적이다[1]. 따라서, 진공 상태 혹은 아르곤 가스에 의한 불활성 분위기를

형성하기 위해 별도의 챔버가 요구되고 있다.

티타늄 합금의 용접 후 잔류 응력을 제거하기 위해서는 적절한 열처리가 수반되어야 하며, 고온 환경에서의 산화 방지를 위해 열처리도 진공 또는 불활성 가스 분위기에서 수행되어야 한다. Ti-6Al-4V 티타늄 합금의 경우, 900℃로 열처리 후 담금질(quenching)을 했을 때, 다른 열처리에 비해 보다 나은 피로 수명과 연성, 항복강도, 인장강도 및 탄성계수를 가진다고 보고되어 있다 [2]. 열처리시 잔류응력의 제거를 위해 Fig. 3과 같은 개념의 특수 지그(Jig)를 적용하고 있다. 열처리용 특수 지그는 열처리 온도에서 열팽창이 된 상태가 용접 변형 전 형상이 되도록 설계되어야 한다. 이것은 열처리를 전후해서, 변형과 잔류 응력을 효과적으로 제거하기 위한 방안으로 검토되었다.

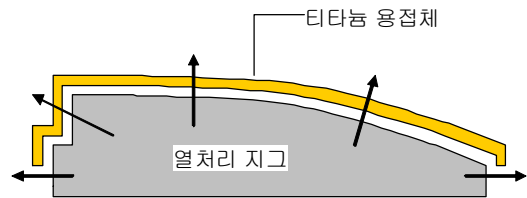


Fig. 3 Design of Heat treatment JIG

참고 문헌

1. Schonherr : Analysis Based on Cases of Damage involving Brittle Fracture Collocated by the SC XD of the IIW, Proceedings of the First International Symposium on the Precaution of Cracking in Welded Structures Based on Recent Theoretical and Practical Knowledge
2. M. A. Imam, C. M. Gilmore : Fatigue and microstructural Properties of Quenched Ti-6Al-4V, Metall. Trans. Vol. 14A, pp.233~240, 1983